

# Nőgyógyászati tumorok képvezérelt, intenzitásmodulált adjuváns sugárkezelésével szerzett kezdeti tapasztalataink

KIRÁLY RÉKA<sup>1</sup>, PESZNYÁK CSILLA<sup>1,2</sup>, VARGA SZILVIA<sup>1</sup>, NGUYEN ANHHONG NHUNG<sup>1</sup>, MAJOR TIBOR<sup>1,3</sup>, POLGÁR CSABA<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ, <sup>2</sup>BME TTK, Nukleáris Technika Tanszék, <sup>3</sup>Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék, Budapest

## Levelezési cím:

Király Réka, Sugárterápiás Központ, Országos Onkológiai Intézet, 1122 Budapest, Ráth György u. 7-9.,  
tel.: +36 1 224-8600, e-mail: kiraly.reka@gmx.com

## Közlésre érkezett:

2018. július 4.

## Elfogadva:

2018. augusztus 25.

Vizsgálatunk célja nőgyógyászati tumorok posztoperatív, intenzitásmodulált kismencedeai besugárzásánál a CTV-PTV kiterjesztés mértékének meghatározása. Tíz, nőgyógyászati daganat miatt operált és adjuváns sugárkezelésben részesített beteg adatait dolgoztuk fel. A betegeket Varian TrueBeam lineáris gyorsítóval kezeltük és a besugárzások előtt kúpsugaras CT-vel (CBCT) 3D-s képalkotást végeztünk. A besugárzás RapidArc technikával, két teljes ívben történt. A CTV-PTV biztonsági zónát a van Herk-képlet alapján számoltuk ki. A céltérfogatra és védendő szervekre a nemzetközi szakirodalomban ajánlott dózismegszorításokat alkalmaztuk. A RapidArc és 3D konformális technika összehasonlítása a konformitási szám (CN) alapján történt a céltérfogatok, illetve V45 és V50 mérőszámokkal a védendő szervek esetén. A képillesztéseket két sugárterápiás orvos függetlenül végezte. A CTV-PTV kiterjesztések értékei IGRT-vel vagy anélkül átlagban 0,67 cm vs. 1,53 cm, 0,66 cm vs. 1,25 cm és 0,34 cm vs. 0,98 cm voltak vertikális, longitudinális és laterális irányokban. Napi „on-line” CBCT korrekció esetén 0,5 cm-es CTV-PTV kiterjesztés elegendőnek bizonyult. *Magy Onkol* 63:110–115, 2019

**Kulcsszavak:** képvezérelt sugárkezelés, intenzitásmodulált sugárterápia, konformális sugárterápia, nőgyógyászati tumor

*Our goal was to determine the extent of the CTV-PTV margin. Accuracy of patient setup was checked with daily CBCT. Two radiation oncologists performed the image matching independently. The CTV-PTV margin was calculated with the van Herk formula. The treatment plans were created with the Varian Eclipse v11 planning system, and the treatments were carried out with a Varian TrueBeam accelerator by using RapidArc technique with two full arcs. Dose constraints on the target volume and organs at risk recommended by international bodies were applied. Conformity number (CN) for PTV, V45 and V50 for organs at risk were used to assess and compare the treatment plans of RapidArc and 3D-KRT (conformal radiotherapy) techniques. The average CTV-PTV margins with or without IGRT were 0.67 cm vs. 1.53 cm, 0.66 cm vs. 1.25 cm and 0.34 cm vs. 0.98 cm in vertical, longitudinal and lateral directions, respectively. In case of daily on-line CBCT verification 0.5 cm margin can be used.*

*Király R, Pesznyák C, Varga S, Nhung NA, Major T, Polgár C. Initial experience with image-guided and intensity-modulated postoperative radiotherapy of gynecological cancer. *Magy Onkol* 63:110–115, 2019*

**Keywords:** image-guided radiotherapy, intensity-modulated radiotherapy, conformal radiotherapy, gynecological cancer

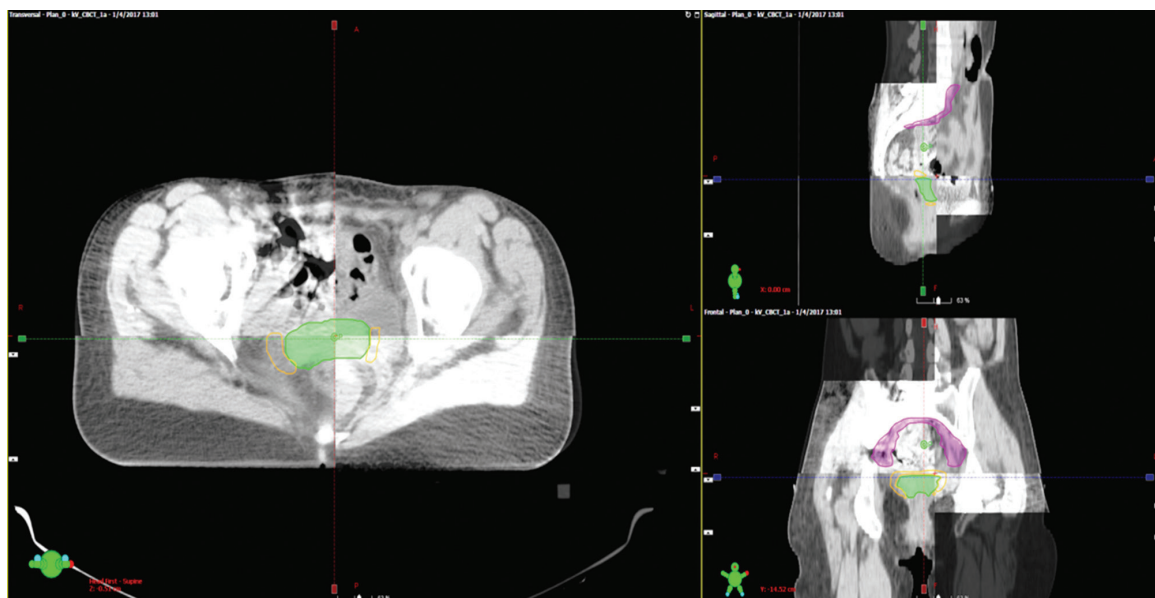
## BEVEZETÉS

Az intenzitásmodulált sugárterápia (IMRT) klinikai alkalmazásához szükséges a különböző céltérfogatok (CTV: klinikai céltérfogat, PTV: tervezési céltérfogat) és a védendő szervek pontos meghatározása [1–3]. A CTV-PTV kiterjesztésnél a szomszédos normális szövetek védelme érdekében a biztonsági margókat csökkenteni kell. A biztonságos kezelés nélkülözhetetlen eleme a képvezérelt sugárterápia (IGRT, image-guided radiation therapy), melynek alkalmazása alapján információkat szerzünk a betegbeállítás pontosságáról és a daganat térbeli helyzetéről, és ez alapján pontosítjuk a dózisleadást. Továbbá követhetjük a szervek mozgását, csökkenthetjük a céltérfogat biztonsági margójának nagyságát, és ezzel az ép szövetek és védendő szervek dózisterhelését [4–6]. Kismencedei tumorok esetében általában CBCT-vel („cone beam”, kúpsugaras CT), illetve kV-s vagy MV-s 2D-s képalkotással történik a betegbeállítás ellenőrzése. Az IGRT-nek fontos szerepe van az adaptív sugárterápiában is, ahol a kezelés hatására bekövetkező céltérfogat-változás és a kritikus szervek térfogatváltozásának a követése, és a dózisterhelés ebből eredő változásának a korrekciója a cél. A nemzetközi szakirodalomban számos publikáció található, amiben a szerzők elemzik, hogy a sugárkezelés folyamán a leadott dózis függvényében különböző mértékben csökken a céltérfogat, ennek hatására a védendő szervek közelebb kerülnek a nagy dózissal ellátott területekhez [5, 6]. Így az eredeti terv alapján végzett besugárzás a gyakorlatban nagyobb mértékű sugárkárosodást okoz a védendő szervekben, mint ami az ajánlásokban található, növelve ezzel a korai és késői mellékhatások kialakulásának kockázatát.

## ANYAG ÉS MÓDSZEREK

Nőgyógyászati daganatok sugárterápiájánál a kismencedében lévő szervek, mint pl. húgyhólyag, méhnyak, méhtest, hüvely-csonk és végbél egymáshoz viszonyított mozgásai miatt a CTV mozgása is összetett. A PTV magában foglalja a különböző szervek mozgása, alakváltoztatása és a betegek beállítási pontatlansága miatt megnövelt CTV-t. A céltérfogatot átlagosan 45–50,4 Gy összdózissal, napi 1,8 Gy frakciódózissal kell ellátni, valamint méhnyak- vagy méhtestdaganatok esetén a beteg kiegészítő HDR brahiterápiás sugárkezelést is kap 3×5 Gy vagy 2×7 Gy frakcionálással. Besugárzástervezésnél a védendő szervek a hólyag, a végbél, a bélzsák és a csípőízületek.

A jelen vizsgálatban 10 posztoperatív, nőgyógyászati [7 méhtest- és 3 méhnyak-] daganat miatt végzett kezelés adatait dolgoztuk fel. A betegeket TrueBeam (Varian, Palo Alto, USA) lineáris gyorsítóval kezeltük, és a kezelések előtt a besugárzó készülékbe integrált kilovolttos CBCT-vel 3D-s képalkotást végeztünk. A CBCT vizsgálat paramétereit a következők voltak: 80 mAs és 125 kV. A tervezési CT-képkészlet középtelt hólyaggal készült. Betegrögzítéshez térd-láb rögzítőt alkalmaztunk (Kneefix 3, Feetfix 3, Civco, Coralville, Iowa, USA) és a beteg bőrén tetoválással jelöltük meg a tervezési CT-n a beállítási referenciapontokat. A céltérfogatok és védendő szervek kontúrozását és a tervezést Eclipse v. 11 (Varian, Palo Alto, USA) tervezőrendszerrel végeztük. A betegeknél három különböző klinikai céltérfogatot rajzoltunk: nyirokcsomó-régiót, parametriumot és hüvely-csonkot. A továbbiakban csak az utóbbi céltérfogat (CTV) körüli kiterjesztést vizsgáltuk, de a PTV-t az előző három klinikai céltérfogat uniójával hoztuk létre. Nemzetközi ajánlások szerint a fenti három CTV körül



1. ÁBRA. Hüvely-csonkillesztésen alapuló „offline” képfúzió nőgyógyászati daganat besugárzásakor három síkban (axiális, koronális és szagittális). Zöld: hüvely-csonk, narancs: parametrium, lila: nyirokcsomó-régió

rendre 7 mm-es, 10 mm-es és 15 mm-es biztonsági margóval hoztuk létre a kezelési térfogatot (PTV) [8–10].

### Besugárzástervezés

Az 1. ábrán három síkban (axiális, koronális, szagittális) egy RapidArc és egy 3D-konformális (3D-KRT) besugárzási terv látható. A kezelés forgóíves intenzitásmodulált besugárzási technikával (RapidArc), 10 MV fotonenergiával és két teljes ívvel történt. Az IMRT-terv elkészítésénél inverz tervezési módszert alkalmaztunk. Az összehasonlítás érdekében mindkét tervtípusnál az előírt dózis 50,4 Gy (28×1,8 Gy) volt. A dóziselőírást dózis-térfogat alapján végeztük, a céltérfogat 95%-a kapta meg az előírt dózis legalább 98%-át. A céltérfogat és védendő szervek berajzolása mellett létrehoztunk olyan térfogatokat, amelyek nem valódi anatómiai szervet jellemeznek, hanem csak a dózisoptimalizáláshoz nyújtottak segítséget. Ilyen térfogatok például a bélzsák-PTV, hólyag-PTV, végbél-PTV, azaz a védendő szervek azon része, amely a tervezési céltérfogaton kívül helyezkedik el. Továbbá definiálni kellett különböző normális szöveti struktúrákat, hogy minél hatékonyabban tudjuk védeni az ép szöveteket. Minden betegnél a nemzetközi szakirodalomban ajánlott dózismegszorításokat alkalmaztunk a céltérfogatra, a hólyagra, a végbélre, a bélzsákra és a csípőízületekre [11]. A 3D-KRT besugárzásnál 4 sugármezőből box technikával (0°, 90°, 180° és 270° gantryszögek) láttuk el a céltérfogatot.

A RapidArc és 3D-KRT technika összehasonlítására a konformitási számot (CN) alkalmaztuk a céltérfogathoz és a V45-öt, ill. a V50-et a védendő szervek esetében. Vxx a védendő szerv térfogatának azon százaléka, mely legalább xx Gy dózist kap. A konformitási szám:

$$CN = \frac{TV_{RI}}{TV} \times \frac{TV_{RI}}{V_{RI}},$$

ahol a  $TV_{RI}$  a referencia-izodózisfelület (95%) által lefedett céltérfogat, a  $TV$  a céltérfogat nagysága, a  $V_{RI}$  pedig a referencia-izodózisfelület által határolt térfogat. A CN arról ad tájékoztatást, hogy a céltérfogat hányad részét láttuk el referenciadózissal, illetve a referencia-izodózisfelület által körbevett térfogat hány százaléka esik a céltérfogaton belülre. A CN értéke 0 és 1 közé eshet, ideális esetben értéke 1 [12, 13].

### Képvezérelt sugárterápia

Az intézeti IGRT-protokollunk szerint a verifikációs CBCT-t a csontstruktúrák alapján automatikusan regisztráltuk a tervezési CT-hez, és az izocentrum beállítási pontatlanságát vertikális, longitudinális és laterális irányokban feljegyeztük. Az első 3 frakció adatai alapján meghatároztuk a betegbeállítás szisztematikus hibáját mindhárom irányban, majd a negyedik frakciótól kezdve ezzel korrigáltuk az izocentrum koordinátáit. Napi ellenőrzésnél az asztalpozíció korrekcióját akkor végeztük el, ha a beállítási hiba nagyobb volt 5 mm-nél.

Az illesztések két módon történtek: automatikusan „online” csontstruktúrák és manuálisan „offline” a hüvelyconk

illesztése alapján. Az utóbbira mutatunk egy példát az 1. ábrán. A szükséges korrekciókat laterális, longitudinális és vertikális irányban egyaránt regisztráltuk.

Az „offline” módban készített képillesztéseket két orvos függetlenül végezte. Mind a 10 betegnél 25 verifikációs képalkotást végeztünk és összesen 500 képillesztés eredményét értékeltük ki. Az adatokat négyféle technika alkalmazásánál elemeztük:

1. NON-IGRT: semmilyen korrekció nem történt, a beállítási pontatlanságot csak feljegyeztük és ebből számoltunk biztonsági zónát.

2. CBCT OFFLINE: a CBCT-felvételen a kezelést követően az orvos manuálisan végezte a hüvelyconk alapján a képillesztést és ezt követte az adatok elemzése.

3. IGRT: az intézeti IGRT-protokoll alapján elemeztük az elmozdulásokat (az első három frakció átlagára történik a korrekció, ha a beállítási hiba nagyobb, mint 0,5 cm, ezt követően heti verifikáció történik).

4. CBCT ONLINE: napi CBCT-ellenőrzés mellett, 0,5 cm-nél nagyobb eltérés esetén besugárzás előtti korrekció történik, de feltételezzük, hogy jelen van egy 0,3 cm-es maradék (residual) hiba is, melynek nagyságát korábbi tapasztalataink alapján határoztuk meg [4].

A CTV-PTV biztonsági zónát ( $M_{PTV}$ ) a van Herk-képlettel határoztuk meg [14]. A kezelés során megkülönböztetünk szisztematikus ( $\sum_{pop}$ ), illetve random hibákat ( $\sigma_{pop}$ ). A CTV-PTV biztonsági zóna a kétféle hiba kombinációjával határozható meg. A szisztematikus hiba tartalmazza a kezeléseket között megjelenő kontúrozási és a betegbeállítási hibákat, valamint az egyes szervek alakváltozásából és elhelyezkedéséből eredő hibákat. A random hiba a kezelés végrehajtásakor jelen levő geometriai pontatlanság, amely különböző frakcióknál eltérő mértékben jelentkezik. Az egyes irányokban a CTV-PTV biztonsági zóna:

$$M_{PTV} = 2,5 \sum_{pop} + 0,7 \sigma_{pop},$$

ahol  $\sum_{pop}$  a populációra vonatkozó szisztematikus hiba, a  $p$  számú betegpopulációra vonatkozó átlagos hibának a szórása;  $\sigma_{pop}$  a  $p$  populációra vonatkozó random hiba, az individuális beállítási hibák szórásainak az átlaga.

**1. TÁBLÁZAT.** Az átlagos konformitási szám (CN) értékei és a védendő szervek dózisterhelései a két besugárzási technikánál (RapidArc – forgóíves IMRT, illetve 3D-KRT–háromdimenziós konformális besugárzás, box technikával)

|     |         | RapidArc |           | 3D-KRT |            |
|-----|---------|----------|-----------|--------|------------|
|     |         | átlag    | min.–max. | átlag  | min.–max.  |
| CN  |         | 0,92     | 0,85–0,94 | 0,57   | 0,53–0,62  |
| V50 | hólyag  | 16,4%    | 6,7–30,8% | 50,5%  | 23,5–73,0% |
|     | végbél  | 17,0%    | 5,9–30,4% | 45,0%  | 21,6–62,1% |
| V45 | bélzsák | 15,9%    | 9,2–18,9% | 30,5%  | 14,8–44,5% |



2. ÁBRA. RapidArc (bal oldal) és 3D-KRT (jobb oldal) besugárzási terv dóziseloszlása és mezőelrendezése három síkban (axiális, koronális és szagittális)

A fenti összefüggés csak akkor alkalmazható, ha minden betegnél azonos számú képalkotó verifikáció történt. Ennek a margónak a használata biztosítja, hogy a frakciók legalább 90%-ánál a CTV megkapja az előírt dózis 95%-át [14].

## EREDMÉNYEK ÉS MEGBESZÉLÉS

### Besugárzástervezés

Vizsgálatunkban az átlagos konformitási szám (CN) értékei és a védendő szervek dóziskorlátai megfeleltek a nemzetközi ajánlásoknak [15], eredményeink az 1. táblázatban láthatóak. A céltérfogat dózisselátottsága minden esetben kielégítő volt, de a RapidArc technika konformálisabb céltérfogat-lefedettséget biztosított, mint az eddig alkalmazott hagyományos technika (2. ábra). RapidArc technikával kisebb volt a védendő szervek dózisterhelésének a nagysága, mint a hagyományos box technikánál (3D-KRT). Az 1. táblázatban jól látható, hogy RapidArc technikánál a hólyag és a végbél dózisterhelése körülbelül az egyharmadára (16,4% vs. 50,5% és 17,0% vs. 45,0%), a bélzsák terhelése pedig közel a felére csökkent (15,9% vs. 30,5%).

Lukovic és mtsai [16] munkájukban összehasonlították a VMAT (volume-modulated arc therapy) és a hagyományos box technikával kapott besugárzási tervek esetén a védendő szervek dózisterhelését. Megállapították, hogy minden szervnél jelentős dóziscsökkenést eredményezett a VMAT technika. Külön kiemelték a bélzsák terhelését, ahol a VMAT esetén 58%-os dóziscsökkenést mértek, a mi esetünkben ez közel 50%-os volt. A mi tanulmányunkban a RapidArc felel meg a VMAT technikának.

### Képezérelt sugárterápia

Az „offline” és „online” elemzések eredményei a 2. táblázatban láthatók. A CTV-PTV kiterjesztések értékei IGRT-vel és NON-IGRT-vel átlagban 0,67 cm vs. 1,53 cm, 0,66 cm vs. 1,25 cm és 0,34 cm vs. 0,98 cm vertikális, longitudinális és laterális irányokban. Napi „online” CBCT korrekció esetén 0,5 cm-es CTV-PTV kiterjesztés elégséges lenne, ha a hüvelyconk elmozdulását is figyelembe vesszük. A táblázatból az is látszik, hogy a manuális IGRT pontossága szubjektív, amit a két orvos által hüvelyconkra elvégzett képillesztésre kapott eltérő adatok mutatnak. A különbségek 0,1–0,3 cm-es tartományban vannak. Az interobszerver különbségek pontosabb meghatározása további vizsgálatokat igényel, több beteg és több orvos bevonásával.

A nemzetközi szakirodalomban több publikáció található a témában. Patni és mtsai [17], Yao és mtsai [18], valamint Laursen és mtsai [19] részletesen elemezték a szisztematikus és random hibák nagyságait, valamint ezek hatását a CTV-PTV kiterjesztések értékeire. A 3. táblázat mutatja a fent említett munkákban található eredmények összehasonlítását a saját mérési eredményeinkkel. Santanam és mtsai [20] a beállítási pontosságot MVCT-vel és kV-os planáris képalkotással vizsgálták, Stromberger és mtsai [21] csak MVCT-t alkalmaztak az elemzések során. A szisztematikus és random hibákra kapott értékeket a 4. táblázat tartalmazza.

A korai IGRT-vizsgálatokban Stroom [22] EPID-del (Electronic Portal Imaging Device) végzett vizsgálatok alapján 0,5 cm-es CTV-PTV kiterjesztést ajánlott, Li [23] MVCT-s „online” korrekció esetén 0,83 cm-es kiterjesztést tartott megfelelőnek, Santanam [20] napi MVCT-képalkotással történő

**2. TÁBLÁZAT.** Két orvos által végzett független „offline” elemzések eredményei cm-ben különböző IGRT-s módszerek esetén

|                      | 1. orvos |       |      | 2. orvos |       |      |
|----------------------|----------|-------|------|----------|-------|------|
|                      | Vert.    | Long. | Lat. | Vert.    | Long. | Lat. |
| <b>NON-IGRT</b>      |          |       |      |          |       |      |
| Szisztematikus       | 0,53     | 0,33  | 0,29 | 0,45     | 0,42  | 0,28 |
| Random               | 0,40     | 0,41  | 0,37 | 0,46     | 0,47  | 0,42 |
| Biztonsági zóna      | 1,61     | 1,12  | 0,98 | 1,45     | 1,37  | 0,98 |
| <b>CBCT OFF-LINE</b> |          |       |      |          |       |      |
| Szisztematikus       | 0,40     | 0,22  | 0,16 | 0,26     | 0,28  | 0,13 |
| Random               | 0,37     | 0,33  | 0,23 | 0,38     | 0,36  | 0,21 |
| Biztonsági zóna      | 1,27     | 0,79  | 0,56 | 0,91     | 0,94  | 0,46 |
| <b>IGRT</b>          |          |       |      |          |       |      |
| Szisztematikus       | 0,17     | 0,12  | 0,05 | 0,14     | 0,17  | 0,08 |
| Random               | 0,43     | 0,41  | 0,29 | 0,38     | 0,47  | 0,24 |
| Biztonsági zóna      | 0,72     | 0,57  | 0,31 | 0,62     | 0,75  | 0,36 |
| <b>CBCT ON-LINE</b>  |          |       |      |          |       |      |
| Szisztematikus       | 0,15     | 0,11  | 0,11 | -        | -     | -    |
| Random               | 0,20     | 0,21  | 0,17 | -        | -     | -    |
| Biztonsági zóna      | 0,52     | 0,43  | 0,39 | -        | -     | -    |

Vert.: vertikális, Long.: longitudinális, Lat.: laterális, IGRT: image-guided radiotherapy (képezérelt sugárterápia), CBCT: cone-beam CT (kúpsugaras CT)

**3. TÁBLÁZAT.** A nemzetközi szakirodalomban található, cm-ben megadott IGRT-s eredmények összehasonlítása saját eredményeinkkel

|                            | Laursen és mtsai (19) | Yao és mtsai (18) | Patni és mtsai (17) | Jelen tanulmány |
|----------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|-----------------|
| <b>Szisztematikus hiba</b> |                       |                   |                     |                 |
| Vertikális                 | 0,36                  | 0,16              | 0,20                | 0,27            |
| Longitudinális             | 0,26                  | 0,25              | 0,35                | 0,29            |
| Laterális                  | 0,29                  | 0,24              | 0,19                | 0,31            |
| <b>Random hiba</b>         |                       |                   |                     |                 |
| Vertikális                 | 0,36                  | 0,25              | 0,12                | 0,31            |
| Longitudinális             | 0,24                  | 0,31              | 0,23                | 0,27            |
| Laterális                  | 0,32                  | 0,23              | 0,13                | 0,14            |
| <b>Biztonsági zóna</b>     |                       |                   |                     |                 |
| Vertikális                 | 1,16                  | 0,56              | 0,58                | 0,98            |
| Longitudinális             | 0,82                  | 0,83              | 1,04                | 0,87            |
| Laterális                  | 0,96                  | 0,76              | 0,57                | 0,56            |



**4. TÁBLÁZAT.** A nemzetközi szakirodalomban található, MVCT-vel és kV-os planáris képalkotással szisztematikus és random hibákra kapott eredmények cm-ben az egyes irányok függvényében

|                            | Santanam és mtsai (20) |      | Stromberger és mtsai (21) |
|----------------------------|------------------------|------|---------------------------|
|                            | kV                     | MVCT | MVCT                      |
| <b>Szisztematikus hiba</b> |                        |      |                           |
| Vertikális                 | 0,24                   | 0,15 | 0,57                      |
| Longitudinális             | 0,36                   | 0,46 | 0,37                      |
| Laterális                  | 0,37                   | 0,20 | 0,40                      |
| <b>Random hiba</b>         |                        |      |                           |
| Vertikális                 | 0,31                   | 0,37 | 0,38                      |
| Longitudinális             | 0,38                   | 0,48 | 0,34                      |
| Laterális                  | 0,33                   | 0,34 | 0,61                      |

#### IRODALOM

- Pesznyák Cs, Béla D, Major T, et al. Intenzitásmódulált és konformális besugárzási tervek dozimetriai elemzése fej-nyak tumorok külső besugárzásánál. *Magy Onkol* 59:95–101, 2015
- Webb S. The physical basis of IMRT and inverse planning. *Br J Radiol* 76:678–689, 2003
- Bortfeld T. IMRT: review and preview. *Phys Med Biol* 51:R363–379, 2006
- Major T, Ágoston P, Jorgo K, et al. Képzérezelt sugárterápia klinikai alkalmazása daganatos betegek külső besugárzásánál. *Magy Onkol* 56:258–265, 2012
- Bujold A, Craig T, Jaffray D, et al. Image-guided radiotherapy: has it influenced patient outcomes? *Semin Radiat Oncol* 22:50–61, 2012
- Nishi T, Nishimura Y, Shibata T, et al. Volume and dosimetric changes and initial clinical experience of a two-step adaptive intensity modulated radiation therapy (IMRT) scheme for head and neck cancer. *Radiat Oncol* 106:85–89, 2013
- Jadon R, Pembroke CA, Hanna CL, et al. A systematic review of organ motion and image-guided strategies in external beam radiotherapy for cervical cancer. *Clin Oncol* 26:185–196, 2014
- Jürgenliemk-Schulz IM, Toet-Bosma MZ, de Kort GA, et al. Internal motion of the vagina after hysterectomy for gynaecological cancer. *Radiat Oncol* 98:244–248, 2011
- Jhingran A, Salehpour M, Sam M, et al. Vaginal motion and bladder and rectal volumes during pelvic intensity modulated radiation therapy after hysterectomy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 82:256–262, 2012
- Small W, Mell LK, Anderson P, et al. Consensus guidelines for delineation of clinical target volume for intensity-modulated pelvic radiotherapy in postoperative treatment of endometrial and cervical cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 71:428–434, 2008
- Emami B. Tolerance of normal tissue to therapeutic radiation. *Rep Radiat Oncol* 1:123–127, 2013
- Pesznyák Cs, Sáfrány G. *Sugárbiológia*. Typotex, Budapest, 2013
- Feuvret L, Noël G, Mazeron JJ, et al. Conformity index: A review. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 64:333–342, 2006

ellenőrzéskor 0,7 cm-es kiterjesztést ajánlott, valamint Lim (24) speciális esetekben megfelelőnek tartotta az 0,5 cm-es kiterjesztést napi beállítási pontosság vizsgálat esetén a vékonybél védelmére.

#### KÖVETKEZTETÉSEK

Megfelelő kontúrozással és IGRT-s protokollok bevezetésével a nőgyógyászati daganatok intenzitásmódulált posztoperatív sugárterápiája biztonságosan elvégezhető. A tervezési célterefogat kialakításához minden egyes klinikai célterefogathoz különböző biztonsági zónákat kell alkalmazni. A hüvelycsonkra javasolt 1,5 cm-es CTV-PTV margó elegendőnek tűnik még akkor is, ha nem végzünk IGRT-t. Amennyiben napi automatikus „online” korrekció történik a csontstruktúrára, akkor a kiterjesztés 1,0 cm alá csökkenthető az irányok függvényében. Abban az esetben, ha a hüvelycsonk mozgását is figyelembe vesszük az „online” korrekció alkalmazásánál, akkor a 0,5 cm-es kiterjesztés használata megengedett.

- van Herk M, Remeijer P, Rasch C, et al. The probability of correct target dosage: dose-population histograms for deriving treatment margins in radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 47:1121–1135, 2000
- Stewart FA, Akleyev AV, Hauer-Jensen M, et al. ICRP publication 118: ICRP statement on tissue reactions and early and late effects of radiation in normal tissues and organs – threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context. *Ann ICRP* 41:1–322, 2012
- Lukovic J, Patil N, D'souza D, et al. Intensity-modulated radiation therapy versus 3D conformal radiotherapy for postoperative gynecologic cancer: Are they covering the same planning target volume? *Cureus* 8:e467, 2016
- Patni N, Burela N, Pasricha R, et al. Assessment of three-dimensional setup errors in image-guided pelvic radiotherapy for uterine and cervical cancer using kilovoltage cone-beam computed tomography and its effect on planning target volume margins. *J Cancer Res Ther* 13:131–136, 2017
- Yao L, Zhu L, Wang J, et al. Positioning accuracy during VMAT of gynaecologic malignancies and the resulting dosimetric impact by a 6-degree-of-freedom couch in combination with daily kilovoltage cone beam computed tomography. *Radiat Oncol* 10:104, 2015
- Laursen LV, Elstrøm UV, Vestergaard A, et al. Residual rotational set-up errors after daily cone-beam CT image guided radiotherapy of locally advanced cervical cancer. *Radiat Oncol* 105:220–225, 2012
- Santanam L, Esthappen J, Mutic S, et al. Estimation of setup uncertainty using planar and MVCT imaging for gynecologic malignancies. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 71:1511–1517, 2008
- Stromberger C, Gruen A, Włodarczyk W, et al. Optimizing image guidance frequency and implications on margins for gynecologic malignancies. *Radiat Oncol* 8:110, 2013
- Stroom JC, Olofsen-van Acht MJ, Quint S, et al. On-line set-up corrections during radiotherapy of patients with gynecologic tumors. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 46:499–506, 2000
- Li XA, Qi XS, Pitterle M, et al. Interfractional variations in patient setup and anatomic change assessed by daily computed tomography. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 68:581–591, 2007
- Lim K, Kelly V, Stewart J, et al. Pelvic radiotherapy for cancer of the cervix: Is what you plan actually what you deliver? *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 74:304–312, 2009